

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Jc821 U.S. PTO
09/973392
10/09/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 5月29日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-160349

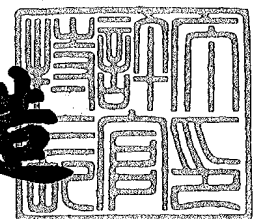
出 願 人
Applicant(s):

株式会社フェローテック

2001年 6月 5日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3052843

【書類名】 特許願

【整理番号】 10046

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16J 15/40

【発明の名称】 磁性流体を使用したHDD用ピボット軸受

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 東京都台東区東上野5-24-8 住友ビル6号館 株式会社フェローテック内

【氏名】 山村 章

【発明者】

【住所又は居所】 シンガポール ブロック21 カランアベニュー04-1
65 フェローテック コーポレーション シンガポール
ピーティーイー エルティーディー内

【氏名】 小松 輝寿

【発明者】

【住所又は居所】 シンガポール ブロック21 カランアベニュー04-1
65 フェローテック コーポレーション シンガポール
ピーティーイー エルティーディー内

【氏名】 カン チャンヒア

【発明者】

【住所又は居所】 シンガポール ブロック21 カランアベニュー04-1
65 フェローテック コーポレーション シンガポール
ピーティーイー エルティーディー内

【氏名】 リュウ イーラン

【特許出願人】

【識別番号】 000229830

【氏名又は名称】 株式会社フェローテック

【代理人】

【識別番号】 100078994

【弁理士】

【氏名又は名称】 小松 秀岳

【選任した代理人】

【識別番号】 100089299

【弁理士】

【氏名又は名称】 旭 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100094709

【弁理士】

【氏名又は名称】 加々美 紀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100116713

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 正己

【選任した代理人】

【識別番号】 100117145

【弁理士】

【氏名又は名称】 小松 純

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001-125887

【出願日】 平成13年 4月24日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013479

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

特 2 0 0 1 - 1 6 0 3 4 9

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0105504

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁性流体を使用したHDD用ピボット軸受

【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸受ハウジング内に保持したピボット軸の周囲に磁石を嵌合し、該磁石の外周と軸受ハウジングの内壁との間隙に磁性流体を保持してなることを特徴とする磁性流体を使用したHDD用ピボット軸受。

【請求項2】 磁石をヨークを介在させることによって、ピボット軸に対して直角方向に分割して配置してなる請求項1記載の磁性流体を使用したHDD用ピボット軸受。

【請求項3】 軸受ハウジングの開口から突出するピボット軸と、該開口との間に撥油剤を介在させてなる請求項1又は2記載の磁性流体を使用したHDD用ピボット軸受。

【請求項4】 軸受ハウジングの外周に磁束の漏洩を防止する磁性体を被覆してなる請求項1ないし3のいずれかに記載の磁性流体を使用したHDD用ピボット軸受。

【請求項5】 上記磁性流体が導電性磁性流体である請求項1ないし4のいずれかに記載の磁性流体を使用したHDD用ピボット軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、コンピュータの補助記憶装置用HDD（ハードディスクドライブ）のヘッド部に用いるピボット軸受に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

HDD等に用いられている従来の代表的なピボット軸受は、図4に示すように、転がり軸受11を介して固定側シャフト10と回転側ハウジング12が自由に回転できるようになっている。転がり軸受11からの潤滑剤等のコンタミネーションは、かかる図4の場合を含めて現在殆どのものが考慮されていない。転がり軸受の動作時に周囲に発散するコンタミネーションがディスク表面やヘッドに吸

着すると、数十nmで浮上しているヘッドの浮上特性に影響を与え、甚だしい時には浮上を不可能にしてヘッドとディスクの損傷を引き起こす。このような問題があるのみならず、従来の転がり軸受を用いたピボット軸受の場合、今日要求される性能を満足できなくなってきた。一部に磁性流体シールをつける提案もなされているが、その構造からコストアップの要因となり、実用化には至っていない。

【0003】

また、HDDヘッド部のピボット軸受の場合は、磁気ディスク上の情報の記録又は読み取りのために、ヘッド支持部が軸受を中心に、ほぼ30°の角度で往復運動、すなわち揺動をする。この揺動の起動時や、揺動の方向転換時の瞬時的な駆動力によって、パルス的な力がヘッド支持部に加わり高周波の振動が生じる。また軸受自身がボールと転動面との弾性接触による種々の鋭いピークの共振周波数を発生する。これらの振動は揺動動作時のディスクトラック位置の識別、位置決めのための位置決め信号のノイズ成分となり、正確な位置決めを阻害する。このような背景からダンピング効果のある軸受が求められているが、従来の転がり軸受ではボールと転動面との弾性接触が動作の基本であり、ダンピング効果はほとんどない。加えて、転がり軸受は潤滑のための薄いグリース層がボールと転動面の間に介在するが、これについてもダンピング効果は望めない。

【0004】

更に転がり軸受では微小揺動時に潤滑不良が発生しやすく、いわゆるフレッチング摩耗が進行することが問題となっている。この他に、従来の転がり軸受は、個々の部品の精度等、局所的な精度に性能が左右され、高い回転精度を有する軸受を歩留まりよく生産することが難しかった。

【0005】

また、転がり軸受の有する問題を解決するため、流体を用いた動圧軸受も開発されてきているが、通常の潤滑油を使用しており油漏れが問題となっている。その上、動圧軸受は、軸を高速回転させることによって軸受を浮上させる力を得るため、HDD用のピボット軸受のように揺動が主で回転運動がないか低速の場合には用いることができない。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、まず、軸受において潤滑剤等によるコンタミネーションの発生を防ぎ、さらにダンピング効果があって、静電気をアースし、かつ無音性の軸受を提供することを目的とする。また、本発明の今一つの目的は、フレッチング磨耗の発生しない軸受、揺動を行うHDD用軸受として用いることができ、油漏れ等液体の漏れのない流体軸受を提供することである。さらに、本発明のその他の目的は、高い回転精度を有し、製造工程において歩留まりがよく、長寿命の軸受を提供することである。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、軸受における潤滑剤として磁性流体もしくは導電性磁性流体を用い、磁石を用いてその位置をコントロールすることによって上記の目的を達成できることを見出した。すなわち、この発明は、下記の構成よりなる。

【 0 0 0 8 】

(1) 軸受ハウジング内に保持したピボット軸の周囲に磁石を嵌合し、該磁石の外周と軸受ハウジングの内壁との間隙に磁性流体を保持してなることを特徴とする磁性流体を使用したHDD用ピボット軸受。

【 0 0 0 9 】

(2) 磁石をヨークを介在させることによって、ピボット軸に対して直角方向に分割して配置してなる前記(1)記載の磁性流体を使用したHDD用ピボット軸受。

【 0 0 1 0 】

(3) 軸受ハウジングの開口から突出するピボット軸と、該開口との間に撥油剤を介在させてなる前記(1)又は(2)記載の磁性流体を使用したHDD用ピボット軸受。

【 0 0 1 1 】

(4) 軸受ハウジングの外周に磁束の漏洩を防止する磁性体を被覆してなる前記(1)ないし(3)のいずれかに記載の磁性流体を使用したHDD用ピボット軸

受。

【0012】

(5) 上記磁性流体が導電性磁性流体である(1)ないし(4)のいずれかに記載の磁性流体を使用したHDD用ピボット軸受。

【0013】

以下、本発明の構成原理について説明する。

磁性流体は、通常磁粉が一定の密度で全体に分散している。そのため、通常の状態では、非磁性体のボールを磁性流体中に入れると、一定の位置から動くことはない。しかし、図6に示すように、例えばボールが沈んでいるときに磁性流体の下方に磁石(図示せず)を近づけると、磁性流体中で分散している磁粉が磁石に引き寄せられ、磁場の強さの勾配に従って、磁性流体には図面の上下方向において密度に勾配が生じる。すなわち、磁粉には下向き矢印のように磁場の強い方へ引き寄せる力が働き、一方でボールには、上向き矢印のようにボールを浮上させる力が働く。ボールに働くこの力は磁氣的浮力(magnetic levitation force)と呼ばれる。この磁氣的浮力によってボールに働く他の力(この場合は重力及びアルキメデスの原理による浮力)とのつりあいをくずすことにより、ボールを浮き上がらせることができる。すなわち、強さに勾配のある磁場中に置くことで、磁性流体中の非磁性固体を低磁場側へ動かし、その位置を保つことができる。本発明者らはこの磁氣的浮力を効果的に軸受に用いることに成功した。

【0014】

図7は、磁性流体ではなく潤滑油等の流体を用いた場合の軸受を模式的に示した部分断面図であり、本発明の軸受との比較のために示した。図中、一点鎖線はピボット軸1の中心線を表している。軸受ハウジング3の回転が止まっているときは、図7に示すように、矢印gで示した重力に従って軸受ハウジング3が下方に下がってしまい、他の部品と接触して軸受の役割を果たさなくなる。したがって、HDD用のピボット軸受のように主として揺動をする軸受には用いることができない。

【0015】

これに対して、本発明のピボット軸受は、磁石はピボット軸の周囲に直接固定

されており、該磁石と軸受ハウジングとの間には微小間隙があって、その間隙に磁石の磁力、すなわち吸引力によって磁性流体もしくは導電性磁性流体を保持する。図8には、図7と対比させて本発明の軸受の部分断面図を模式的に示した。本発明の軸受は、図8に示すように、上述した磁氣的浮力を用いて、軸受ハウジング3を矢印gで示した重力に逆らって常に浮上させた状態に保つことが可能である。図8においてヨーク8から軸受ハウジング3へ向かって外向きに描かれた矢印は、磁石2からヨーク8を介して軸受ハウジング3に向かう磁束の向きにほぼ等しく、磁性流体が軸受ハウジングを浮上させる力を示している。この力は軸受ハウジングが静止しているとき、揺動をしているとき、回転しているときのいずれにおいても一定の大きさに安定して働き軸受ハウジングを浮上させるため、本発明の軸受はHDDのピボット軸受として優れている。さらに、本発明の軸受では磁性流体の飛散や漏洩がなく、コンタミネーションの発生を防ぐことができる。上述したように通常の潤滑油を流体軸受に使用すると油漏れの問題が生じるが、本発明に用いる磁性流体は磁石の磁力により磁性流体を保持するので、液体が漏れるという問題は発生しない。

【0016】

また、本発明では、個々のボールでの点接触支持ではなく、ピボット軸と軸受ハウジングの微小な間隙に介在する磁性流体もしくは導電性磁性流体によって支持する。したがって、ピボット軸と軸受ハウジングの対向する面の精度の平均値により性能が定まる。これは局所的な精度に性能が左右される転がり軸受とは異なり、高い回転精度を確保し、かつ生産歩留まりを向上することができる。

【0017】

さらに、本発明の軸受では、軸受ハウジングとピボット軸の間が液体であることにより、機械的摩擦がないこと及び流体の粘性によって振動のダンピング効果が生じる。かつ、転がり軸受のように機械的接触部がないので無音性であり、同時にフレッチング磨耗を発生することがなく、長寿命となる。

【0018】

図5は、従来の転がり軸受及び本発明の磁性流体を用いたピボット軸受の2種類の軸受によるHDDヘッド部分の振動の大きさを、振動の周波数に対してそれ

ぞれ測定したグラフである。図 5 中、縦軸及び横軸はそれぞれ振動の振幅 (d B) 及び振動の周波数 (H z) を示しており、(a) のグラフは従来の転がり軸受を用いた場合の測定結果であり、(b) は本発明のピボット軸受の場合の測定結果である。図から明らかなように、本発明のピボット軸受は、従来の転がり軸受に比較して、測定した周波数全域において、ヘッド部分に伝わる振動の大きさが小さくなっている。これは、本発明のピボット軸受のダンピング効果が顕著に表れた結果である。さらに、(a) の転がり軸受では、周波数の変化に対して急激に振幅の変化する点が見られるが、(b) の本発明のピボット軸受では、周波数に対応してなだらかに変化しており、HDD のヘッドに急激な変動を与えることなく安定して動作することが分かる。さらに、本発明者らが実験したところ、本発明の軸受は、ピボット軸と軸受ハウジングの間に介在する磁性流体膜の粘性によるダンピング効果が極めて大きく、数 k H z までの寄生振動を抑制できることが分かった。すなわち、本発明では、大ストロークの揺動から、トラック位置決め追従制御時の微小揺動に至るまで、これらの振動を吸収して軸受は十分に滑らかに動作することが分かった。

【 0 0 1 9 】

一方、磁石を用いる関係上軸受ハウジング外部へ磁束が漏洩して HDD 内部の環境に電磁的な影響を及ぼすことが考えられるので、軸受ハウジングの材質によってはその最外周に磁性体の被覆を施し、磁束の漏洩を防止する。磁束の漏洩が防止できるのは、表面に磁性体の被覆を施すことで軸受ハウジング内部の磁石との間に閉じた磁路が形成されるため、磁束が安定して保持されるためである。例えば軸受ハウジングの材質をアルミニウムとすると、被覆する磁性体はニッケル、鉄、鉄-ニッケル合金 (パーマロイ) などがよく、被覆手段は電気メッキ、蒸着、スパッタリング等がある。

【 0 0 2 0 】

さらに、本発明では、軸受ハウジングの開口から突出するピボット軸と該開口との間の僅かな間隙には撥油剤を介在させて前記磁性流体の滲みを防止する。さらに、本発明では、通常の磁性流体を用いても本発明の効果は十分に発揮されるが、磁性流体として導電性磁性流体を用いることができる。従来の転がり軸受は

、スチールボールを使用しており、軸受全体が電氣的に導通していて、摩擦によって静電気が発生した場合にはそれを逃がしていた。本発明においても、磁性流体が揺動によって特に静電気を生じる場合には、導電性磁性流体を用いることにより、発生した静電気を逃がすことができる。

【 0 0 2 1 】

本発明の軸受は、通常は磁石の上下に円環状の磁性体（本明細書ではヨークと称する）を配置することが好ましく、これは図 8 においてはヨーク 8 として示されている。通常の磁石は精密な加工精度で形成するのが困難であるが、これに対してヨークは磁性体であればよく、金属等を用いれば十分な加工精度が得られる。そこで、ヨークで軸受内部の大きさを実質的に決定し、磁石の大きさに多少ばらつきがあっても収容できるようにする。すると、磁石の大きさがばらついていてもヨークと軸受ハウジングの間の微小間隙は一定になるように製造できる。加えて、ヨークには磁束を集中させる効果もあり、そのため、ヨークの上面（又は下面）及び側面から軸受ハウジングへ向かう高い磁束密度分布によって、軸受ハウジングは図 8 における上下方向に浮上すると共に、横方向にも浮上し軸受ハウジングの水平方向の変位や傾きを吸収できる。

【 0 0 2 2 】

一方で、金属材料の磁石を用いる場合には、磁石自体を精密な加工精度で形成できるため、磁石の上下のヨークを用いなくとも本発明のピボット軸受を形成できる。この場合には、図 9 に示すように上下のヨークは配置されず、磁石と中間のヨークのみが、あるいは磁石のみが軸受ハウジング内部に配置される。上下のヨークを用いない軸受の場合には、部品点数を減らすことができるため、部品製造コスト、および組立コストを削減することができるという利点がある。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいてこの発明の実施例を説明する。もちろんこの発明はかかる実施例によって限定されるものではない。

【 0 0 2 4 】

実施例 1

図 1 (A) は、本実施例で製作したピボット軸受の、ピボット軸を含む面での断面図である。図 1 (A) 中 1 はピボット軸で、周囲には磁石 2 が固定してあり、磁石 2 部分には、軸受ハウジング 3 が、間隙 4 を保持してピボット回転可能に取付けられている。5 は軸受ハウジングの蓋である。ピボット軸 1 は軸受ハウジング 3 の底部 6 及び蓋 5 より突出している。前記間隙 4 には磁性流体 7 が保持されており、また、軸受ハウジング 3 の底部 6 および蓋 5 から突出するピボット軸 1 の回転部には撥油剤 1 3 が塗布してある。

【 0 0 2 5 】

図 1 (B) は、図 1 (A) の断面の右側半分における磁力線の流れを計算により求めた磁場解析図（有限要素法による）で、磁束の分布の様子を示している。この磁束の作用により、間隙 4 に磁性流体 7 を保持する。撥油剤 1 3 は磁性流体が滲み出すことを防止する役目を果たす。

【 0 0 2 6 】

実施例 2

実施例 2 で製作したピボット軸受は実施例 1 と基本的には同様の構成であり、図 2 (A) に実施例 2 のピボット軸受の断面図を示した。図 2 (A) 中、図 1 と同一名称部分は同一符号をもって示してある。

【 0 0 2 7 】

実施例 1 と相違するところは、図 2 (A) に示すように、磁石 2 をヨーク 8 (SUS 4 1 6) をもってピボット軸 1 の軸の直角方向に 3 分割した点である。磁石 2 をヨーク 8 によって 3 分割したことにより、磁束の流れは図 3 (B) に示すようになり、磁性流体 7 に対する磁気浮上効果が強くなる。環状の磁石 3 つはそれぞれが反発し合うように同極側が向かい合わせになり、その間に透磁性材料からなるヨークを配置した。そのため、上下の磁石から発生する磁束は磁石間で互いに反れ、磁石が 1 個の場合よりもより強い磁束が外側へ、すなわちハウジングへ向かうことになる。これにより、磁性流体の磁気浮上効果が大きくなる。また、この実施例では軸受ハウジング 3 の外周に磁束の漏洩を防止する磁性体 9 として、ニッケル層を電気メッキにより形成した。

【 0 0 2 8 】

【発明の効果】

この発明は、HDD用ピボット軸受部の潤滑剤として磁性流体を使用することで、軸受ハウジングが揺動をしているとき及び静止しているときにも軸受を浮上させる効果があり、コンタミネーションの発生を防ぎ、液体が外に漏れ出ることがない。さらに固定部と回転部との間が液体であることにより、大ストロークの揺動から微小揺動に至る広い範囲でダンピング効果がある。また、機械的接触によって転がり軸受は独特の雑音が発生しフレッチング磨耗が生じているが、この発明では磁性流体の作用によって無音性であり、フレッチング磨耗も発生しない。さらに、この発明は軸受ハウジングの外周に磁性体を被覆することで磁束の漏洩を防止する。しかもこの発明では構成が簡単であるので、製作、メンテナンスとも容易となるのみならず、この発明の軸受は高い回転精度を確保し、生産歩留まりも向上できる。さらに、導電性磁性流体を用いることにより、揺動により発生した静電気をアースすることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

(A) 本発明の実施例のピボット軸受のピボット軸を含む面での断面図である。

(B) (A) における右半分の磁場解析図である。

【図2】

(A) 本発明の他の実施例のピボット軸受のピボット軸を含む面での断面図である。

【図3】

(B) 図2 (A) における右半分の磁場解析図である。

【図4】

従来の転がり軸受の一例の断面図である。

【図5】

従来の転がり軸受及び本発明のピボット軸受を使用した場合の、HDDヘッド支持部の振動の大きさを測定したグラフである。

【図6】

磁性流体の磁氣的浮力を説明するための図である。

【図 7】

潤滑油を用いた流体軸受の静止時の状態を模式的に示した部分断面図である。

【図 8】

本発明のピボット軸受を模式的に示した部分断面図である。

【図 9】

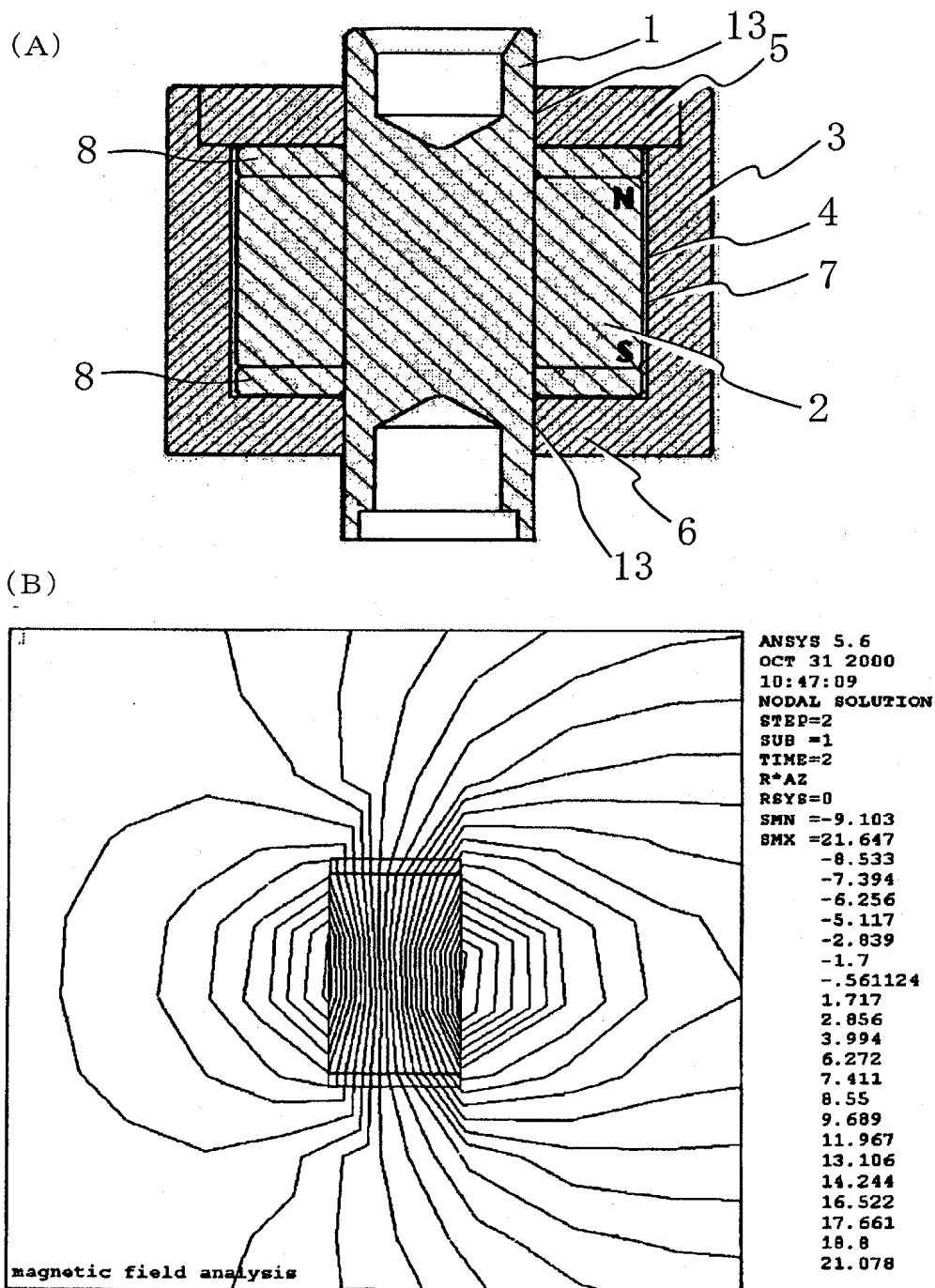
本発明のピボット軸受の上下のヨークを用いない例であり、ピボット軸を含む面での断面図である。

【符号の説明】

- | | |
|----|---------|
| 1 | ピボット軸 |
| 2 | 磁石 |
| 3 | 軸受ハウジング |
| 4 | 間隙 |
| 5 | 蓋 |
| 6 | 底部 |
| 7 | 磁性流体 |
| 8 | ヨーク |
| 9 | 磁性体 |
| 10 | シャフト |
| 11 | 転がり軸受 |
| 12 | ハウジング |
| 13 | 撥油剤 |
| 14 | 潤滑油 |

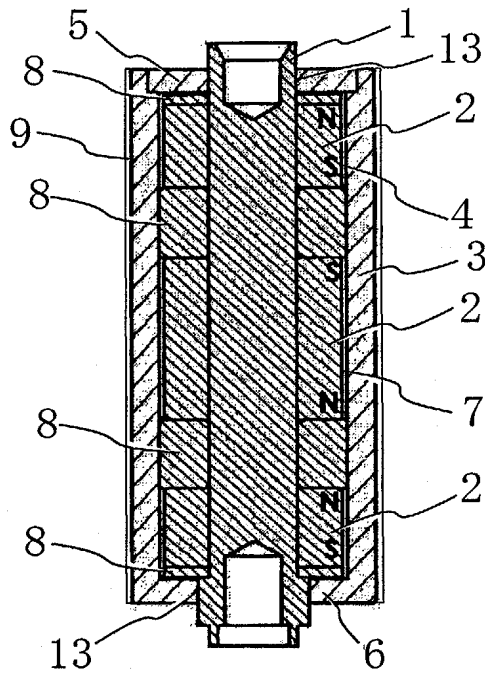
【書類名】 図面

【図 1】



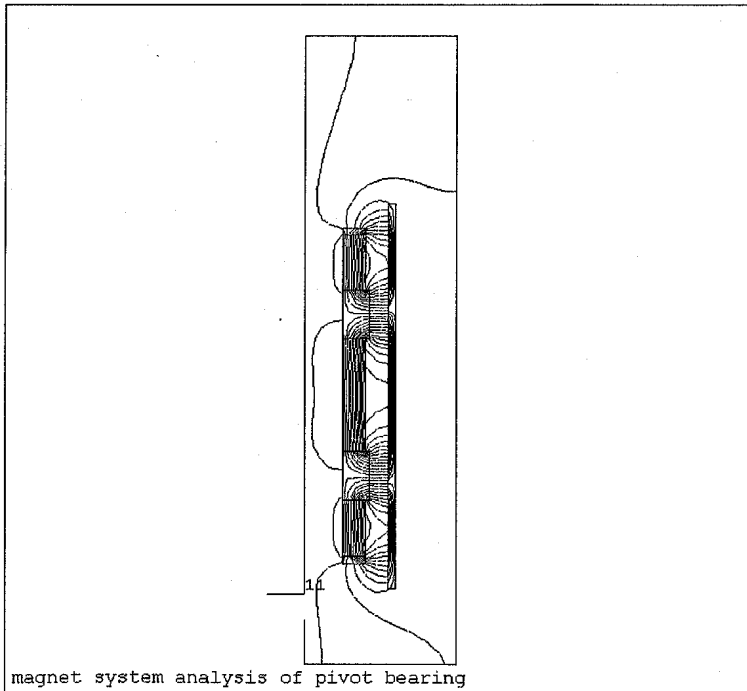
【図2】

(A)



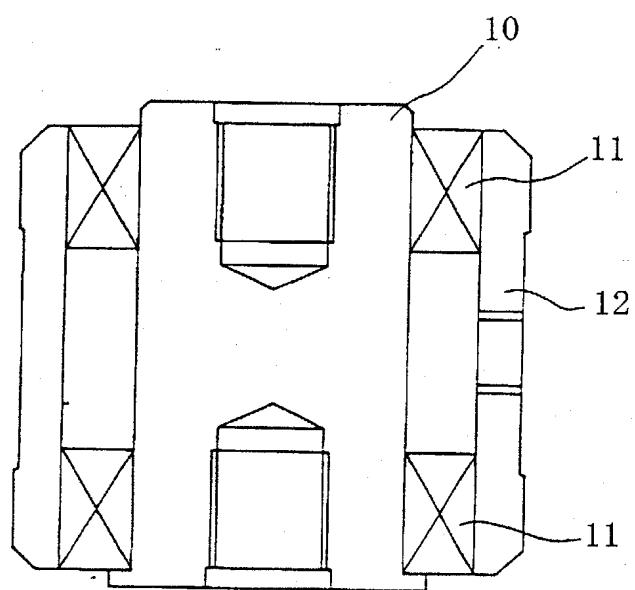
【図3】

(B)

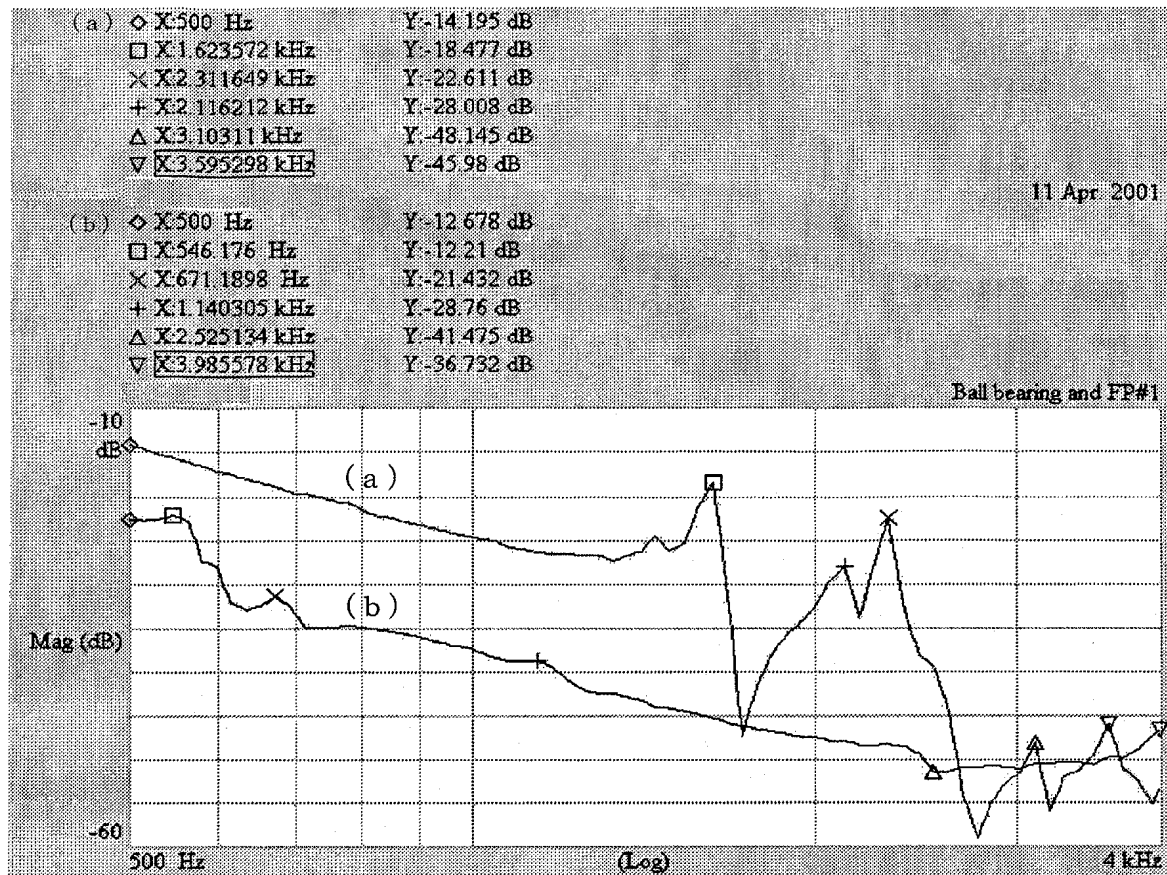


ANSYS 5.6
APR 17 2001
05:51:28
NODAL SOLUTION
STEP=2
SUB =1
TIME=2
R*AZ
RSYS=0
SMN =-.512E-05
SMX =.445E-05
-.494E-05
-.459E-05
-.423E-05
-.388E-05
-.353E-05
-.282E-05
-.246E-05
-.211E-05
-.175E-05
-.104E-05
-.689E-06
-.334E-06
.202E-07
.729E-06
.108E-05
.144E-05
.179E-05
.250E-05
.286E-05
.321E-05
.357E-05
.427E-05

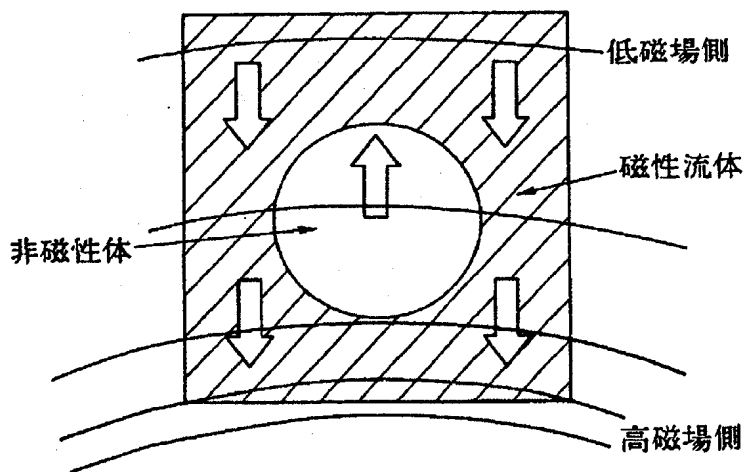
【図 4】



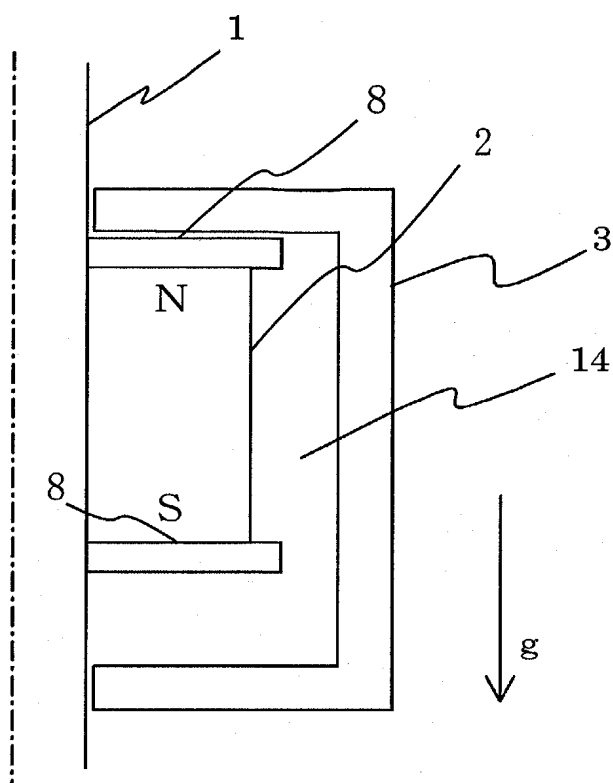
【図5】



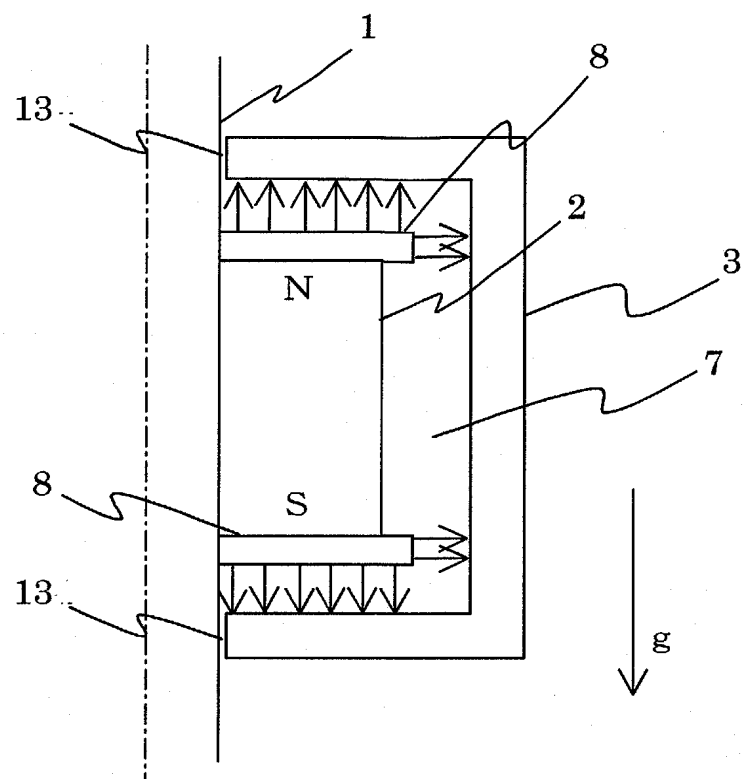
【図6】



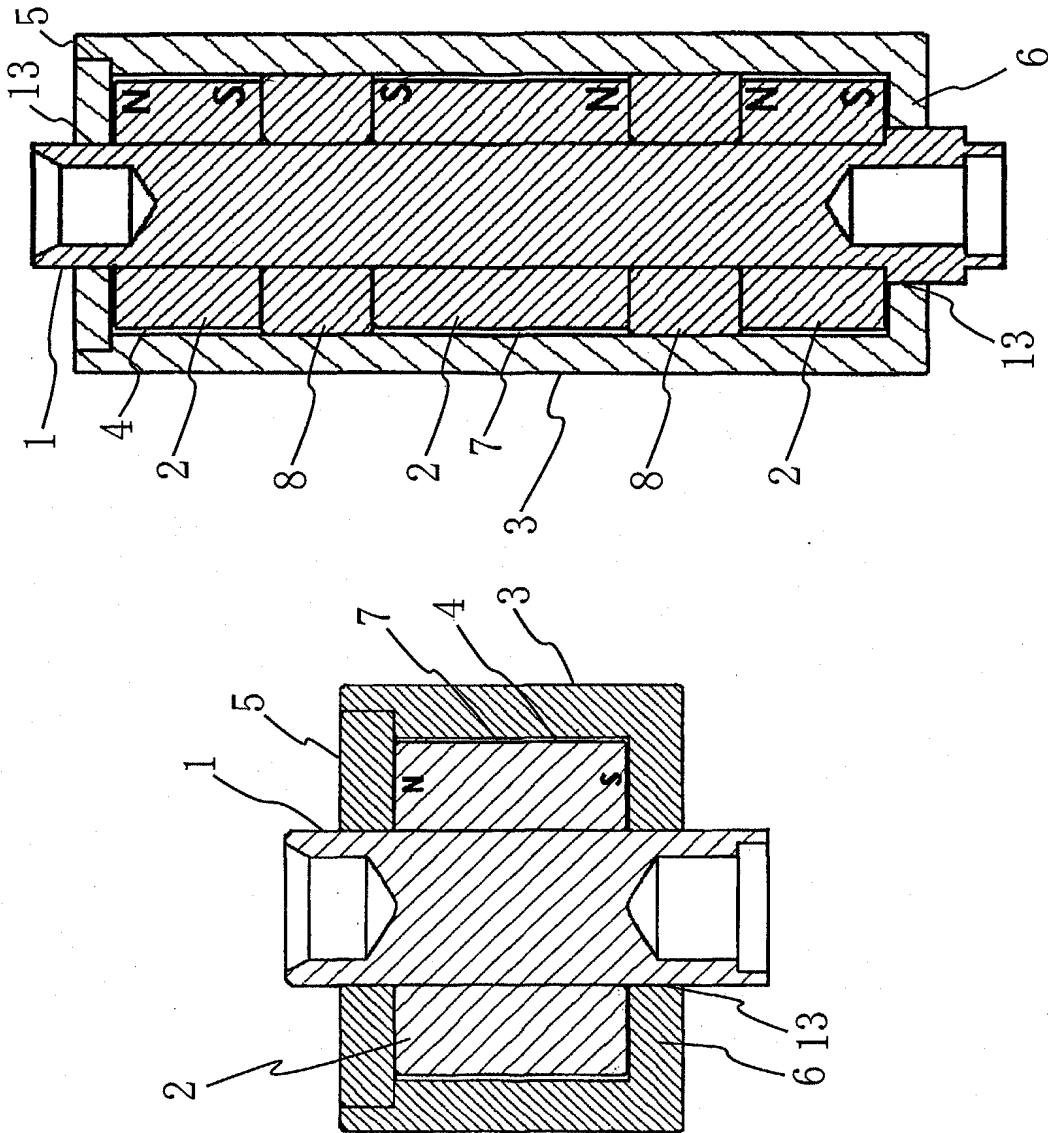
【図7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 HDDのヘッド部に用いるピボット軸受のコンタミネーションの発生
の防止、ダンピング効果さらには機械的精度の向上を目的とする。

【解決手段】 軸受ハウジング 3 内に保持したピボット軸 1 の周囲に磁石 2 を嵌
合し、該磁石 2 の外周と軸受ハウジング 3 の内壁との間隙 4 に磁性流体 7 を保持
してなることを特徴とする HDD 用ピボット軸受である。磁石はヨークを介在さ
せて分割することによって、磁束密度を高め磁性流体の保持力を高めることもで
きる。また、磁性流体として導電性磁性流体を用いてもよい。ピボット軸と軸受
ハウジングとの間に撥油剤を介在させて磁性流体の滲みを防止する。軸受ハウジ
ングの外周に磁性体を被覆することによって磁束の漏洩を防止する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000229830]

1. 変更年月日 1996年 2月 9日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都台東区東上野5丁目24番8号

氏 名 株式会社フェローテック